

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-082863

(43)Date of publication of application : 21.03.2000

(51)Int.Cl.

H01S 5/30

(21)Application number : 10-251577

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 04.09.1998

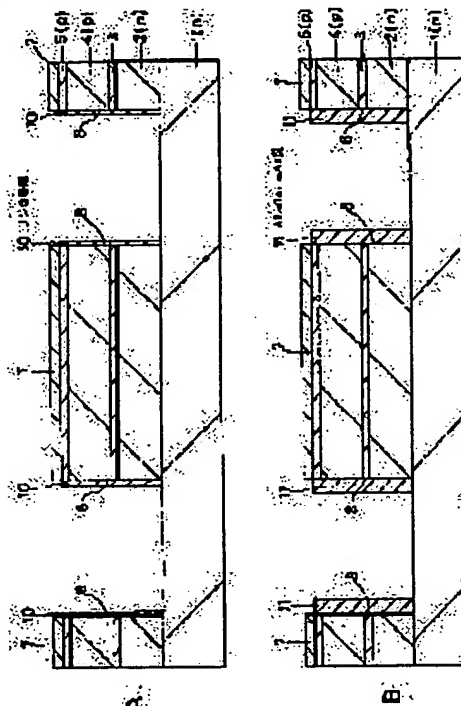
(72)Inventor : HAMAGUCHI YUICHI

(54) MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING ELEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method by which a semiconductor light emitting element that can reduce the surface levels of the end faces of a resonator and can improve the optical loss level, reliability, and characteristics of the resonator can be manufactured.

SOLUTION: In a method for manufacturing an AlGaAs semiconductor laser having a window structure, oxide films are removed from the end faces 8 of a resonator by heat-treating the end faces 8 in a phosphorus-containing atmosphere and, at the same time, the end faces 8 are nonactivated by forming phosphorus adsorbing layers 10 after the end faces 8 are formed in a semiconductor layer constituting a laser structure. After the phosphorus adsorbing layers 10 are removed from the end faces 8 in a MOCVD(metal organic chemical vapor deposition) system, Al_x3Ga1-x3As films 11 which become window layers are continuously formed on the end faces 8. It is possible to treat the end faces 8 with plasma in the phosphorus-containing atmosphere instead of heat-treating the end faces 8 in the same atmosphere. At the time of forming window layers composed of AlGaInP films on the end faces 8, it is possible to grow substantial AlGaInP films by introducing all raw materials used for the growth of AlGaInP to the MOCVD system after a phosphorus-containing raw material of the raw materials is introduced to the system for a prescribed period of time.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The manufacture approach of the semi-conductor light emitting device characterized by to have the process which forms the window layer which consists of a semi-conductor which does not absorb the light by which outgoing radiation is carried out from the passivation film or the above-mentioned resonator end face to the process which heat-treats Lynn in the ambient atmosphere include, and the above-mentioned resonator end face in the process into which the semi-conductor layer which forms light emitting device structure on a substrate grows up, the process which form a resonator end face in the semi-conductor layer which forms the above-mentioned light emitting device structure, and the above-mentioned resonator end face.

[Claim 2] The semi-conductor layer which forms the above-mentioned light emitting device structure is the manufacture approach of the semi-conductor light emitting device according to claim 1 characterized by consisting of a group III-V semiconductor or a nitride system group III-V semiconductor.

[Claim 3] The above-mentioned window layer is the manufacture approach of the semi-conductor light emitting device according to claim 1 characterized by consisting of a group III-V semiconductor or a nitride system group III-V semiconductor.

[Claim 4] The manufacture approach of the semi-conductor light emitting device according to claim 1 characterized by performing the process which heat-treats the above-mentioned resonator end face in an ambient atmosphere including Lynn at temperature lower than the growth temperature of the semi-conductor layer which forms the above-mentioned light emitting device structure.

[Claim 5] The manufacture approach of the semi-conductor light emitting device according to claim 1 characterized by performing the process which heat-treats the above-mentioned resonator end face in an ambient atmosphere including Lynn, and the process which forms the above-mentioned passivation film or the above-mentioned window layer in the above-mentioned resonator end face at the same processing room.

[Claim 6] The manufacture approach of the semi-conductor light emitting device according to claim 1 characterized by having the process which removes Lynn adhering to the above-mentioned resonator end face further before forming the above-mentioned passivation film or the above-mentioned window layer in the above-mentioned resonator end face, after heat-treating the above-mentioned resonator end face in an ambient atmosphere including Lynn.

[Claim 7] The manufacture approach of the semi-conductor light emitting device according to claim 6 characterized by performing the process which removes Lynn adhering to the above-mentioned resonator end face at temperature lower than the growth temperature of the semi-conductor layer which forms the above-mentioned light emitting device structure.

[Claim 8] The manufacture approach of the semi-conductor light emitting device according to claim 6 characterized by performing the process which removes Lynn adhering to the above-mentioned resonator end face, and the process which forms the above-mentioned passivation film or the above-mentioned window layer in the above-mentioned resonator end face at the same processing room.

[Claim 9] The manufacture approach of the semi-conductor light emitting device according to claim 6

characterized by performing the process which heat-treats the above-mentioned resonator end face in an ambient atmosphere including Lynn, the process which removes Lynn adhering to the above-mentioned resonator end face, and the process which forms the above-mentioned passivation film or the above-mentioned window layer in the above-mentioned resonator end face at the same processing room.

[Claim 10] An ambient atmosphere including above-mentioned Lynn is the manufacture approach of the semi-conductor light emitting device according to claim 1 characterized by being constituted by the mixed gas containing phosphoretted hydrogen gas, tertiary butyl phosphoretted hydrogen gas, or these.

[Claim 11] The manufacture approach of the semi-conductor light emitting device characterized by to have the process which forms the window layer which consists of a semi-conductor which does not absorb the process into which the semi-conductor layer which forms light emitting device structure on a substrate grows up, the process which form a resonator end face in the semi-conductor layer which forms the above-mentioned light emitting device structure, the process which carry out the plasma treatment of the above-mentioned resonator end face in an ambient atmosphere including Lynn, and the light by which outgoing radiation is carried out from the passivation film or the above-mentioned resonator end face to the above-mentioned resonator end face.

[Claim 12] The semi-conductor layer which forms the above-mentioned light emitting device structure is the manufacture approach of the semi-conductor light emitting device according to claim 11 characterized by consisting of a group III-V semiconductor or a nitride system group III-V semiconductor.

[Claim 13] The above-mentioned window layer is the manufacture approach of the semi-conductor light emitting device according to claim 11 characterized by consisting of a group III-V semiconductor or a nitride system group III-V semiconductor.

[Claim 14] The manufacture approach of the semi-conductor light emitting device according to claim 11 characterized by performing the process which carries out plasma treatment of the above-mentioned resonator end face in an ambient atmosphere including Lynn at temperature lower than the growth temperature of the semi-conductor layer which forms the above-mentioned light emitting device structure.

[Claim 15] The manufacture approach of the semi-conductor light emitting device according to claim 11 characterized by performing the process which carries out plasma treatment of the above-mentioned resonator end face in an ambient atmosphere including Lynn, and the process which forms the above-mentioned passivation film or the above-mentioned window layer in the above-mentioned resonator end face at the same processing room.

[Claim 16] The manufacture approach of the semi-conductor light emitting device according to claim 11 characterized by having the process which removes Lynn adhering to the above-mentioned resonator end face further before forming the above-mentioned passivation film or the above-mentioned window layer in the above-mentioned resonator end face, after carrying out plasma treatment of the above-mentioned resonator end face in an ambient atmosphere including Lynn.

[Claim 17] The manufacture approach of the semi-conductor light emitting device according to claim 16 characterized by performing the process which removes Lynn adhering to the above-mentioned resonator end face at temperature lower than the growth temperature of the semi-conductor layer which forms the above-mentioned light emitting device structure.

[Claim 18] The manufacture approach of the semi-conductor light emitting device according to claim 16 characterized by performing the process which removes Lynn adhering to the above-mentioned resonator end face, and the process which forms the above-mentioned passivation film or the above-mentioned window layer in the above-mentioned resonator end face at the same processing room.

[Claim 19] The manufacture approach of the semi-conductor light emitting device according to claim 16 characterized by performing the process which carries out plasma treatment of the above-mentioned resonator end face in an ambient atmosphere including Lynn, the process which removes Lynn adhering to the above-mentioned resonator end face, and the process which forms the above-mentioned passivation film or the above-mentioned window layer in the above-mentioned resonator end face at the same processing room.

[Claim 20] An ambient atmosphere including above-mentioned Lynn is the manufacture approach of the semi-conductor light emitting device according to claim 11 characterized by being constituted by the mixed gas containing phosphoretted hydrogen gas, tertiary butyl phosphoretted hydrogen gas, or these.

[Claim 21] The process into which the semi-conductor layer which forms light emitting device structure on a substrate is grown up, and the process which forms a resonator end face in the semi-conductor layer which forms the above-mentioned light emitting device structure, The window layer which consists of a semi-conductor which does not absorb the light by which outgoing radiation is carried out to a configuration element from the above-mentioned resonator end face at the above-mentioned resonator end face at the passivation film or configuration element which consists of an ingredient including Lynn, including Lynn is formed. Under the present circumstances, after carrying out predetermined time installation of the raw material which includes Lynn among the raw materials used for formation of the above-mentioned passivation film or the above-mentioned window layer in the processing interior of a room the above-mentioned passivation film or for the above-mentioned window layer formation, The manufacture approach of the semi-conductor light emitting device characterized by having the process which introduces into the above-mentioned processing interior of a room all the raw materials used for formation of the above-mentioned passivation film or the above-mentioned window layer, and performs substantial formation of the above-mentioned passivation film or the above-mentioned window layer.

[Claim 22] The above-mentioned semi-conductor layer is the manufacture approach of the semi-conductor light emitting device according to claim 21 characterized by consisting of a group III-V semiconductor or a nitride system group III-V semiconductor.

[Claim 23] The above-mentioned window layer is the manufacture approach of the semi-conductor light emitting device according to claim 21 characterized by consisting of the group III-V semiconductor or nitride system group III-V semiconductor who includes Lynn in a configuration element.

[Claim 24] The above-mentioned window layer is the manufacture approach of the semi-conductor light emitting device according to claim 21 characterized by consisting of AlGaInP.

[Claim 25] A raw material including above-mentioned Lynn is the manufacture approach of the semi-conductor light emitting device according to claim 21 characterized by being phosphoretted hydrogen gas or tertiary butyl phosphoretted hydrogen gas.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] Especially this invention is applied to manufacture of the semi-conductor light emitting device which formed the passivation film or a window layer in the resonator end face about the manufacture approach of a semi-conductor light emitting device, and is suitable.

[0002]

[Description of the Prior Art] In semiconductor laser, the problem of degradation of a resonator end face is known as one of the factors to which a component life and dependability are reduced. This end-face degradation has chronic degradation to which oxidation advances in a resonator end face, rapid degradation by which a resonator end face is destroyed in an instant when operating semiconductor laser with the Takamitsu power density, and the so-called optical damage (COD and Catastrophic Optical Damage).

[0003] As this cure, conventionally, it sets to semiconductor laser and is aluminum $2O_3$ to a resonator end face. Passivation film like the film is prepared and the device which suppresses advance of the oxidation in a resonator end face is made. Moreover, for example, in order to raise COD level in the semiconductor laser of a high power mold, the device to which the light by which outgoing radiation is carried out to a resonator end face from this resonator end face is not absorbed and which in other words the window layer which consists of a large semi-conductor of a band gap rather than a barrier layer is prepared, and reduces the optical consistency in a resonator end face is usually made.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, even if it establishes the passivation film and a window layer in a resonator end face as mentioned above and suppresses end-face degradation, if the oxide film is made into the resonator end face before the process which forms the passivation film or a window layer from the process which forms a resonator end face, surface level is formed in a resonator end face with this oxide film, and the effectiveness expected by preparing the passivation film and a window layer, for example, the improvement effectiveness of COD level etc., cannot fully be acquired. For this reason, in order for the conventional technique to draw out the passivation effectiveness and the aperture effectiveness to the maximum extent, it had to be consistent in the process conditions and the environment where oxygen was removed, from formation of for example, a resonator end face to formation of the passivation film or a window layer had to be performed, and there was a problem that an expensive facility and advanced management were required and the manufacturing cost of semiconductor laser rose.

[0005] Then, while removing an oxide film from a resonator end face by carrying out wet processing of the resonator end face as the technique of the ability manufacturing reliable semiconductor laser using the solution containing sulfur (S) by low cost, without using the consistent process accompanied by such an expensive facility and advanced management, the technique (for example, patent No. 2680971) which controlled scaling by the surface trap of S atom or S molecule is proposed.

[0006] However, for example in the semiconductor laser using a group III-V semiconductor like

AlGaAs system semiconductor laser or AlGaInP system semiconductor laser, sulfur is the matter used as a mold impurity, when incorporated by the semi-conductor layer which forms laser structure. Therefore, after sulfur has remained, heat treatment etc. is performed to a resonator end face, and when activated within the semi-conductor layer in which this sulfur forms laser structure, it becomes the cause of generating of the leakage current in a resonator end face. Moreover, when a window layer etc. is grown up into a resonator end face in the condition that sulfur remains, sulfur sublimates with the heat at the time of the growth, the sulfur which is a mold impurity disperses in growth equipment, and there is a problem of causing contamination of a system. Moreover, by growing up incorporating the sulfur which the window layer sublimated in this case, the n-type-semiconductor layer besides predetermined will be formed near the resonator end face, and leakage current occurs also by this.

[0007] Furthermore, as for the solution containing the sulfur used for wet processing, itself has the etching effectiveness. Laser structure is formed by on the other hand usually carrying out the laminating of two or more semi-conductor layers from which a presentation differs in semiconductor laser. Therefore, between each semi-conductor layer from which a presentation differs, since the etching rates by the solution containing sulfur also differ, when wet processing of the resonator end face is carried out using the solution containing this sulfur, a level difference is formed in a resonator end face. Thus, if a level difference is formed in a resonator end face, since loss of light will arise in a resonator end face, a laser property gets worse too.

[0008] Therefore, the purpose of this invention can reduce the surface level of a resonator end face, and is to offer the manufacture approach of a semi-conductor light emitting device that improvement in an optical damage level, dependability, and a property can be aimed at.

[0009]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, the manufacture approach of the semi-conductor light emitting device by invention of the 1st of this invention The process into which the semi-conductor layer which forms light emitting device structure on a substrate is grown up, and the process which forms a resonator end face in the semi-conductor layer which forms light emitting device structure, It is characterized by having the process which forms the window layer which consists of a semi-conductor which does not absorb the process which heat-treats a resonator end face in an ambient atmosphere including Lynn, and the light by which outgoing radiation is carried out to a resonator end face from the passivation film or a resonator end face.

[0010] The manufacture approach of the semi-conductor light emitting device by invention of the 2nd of this invention The process into which the semi-conductor layer which forms light emitting device structure on a substrate is grown up, and the process which forms a resonator end face in the semi-conductor layer which forms light emitting device structure, It is characterized by having the process which forms the window layer which consists of a semi-conductor which does not absorb the process which carries out plasma treatment of the resonator end face in an ambient atmosphere including Lynn, and the light by which outgoing radiation is carried out to a resonator end face from the passivation film or a resonator end face.

[0011] The manufacture approach of the semi-conductor light emitting device by invention of the 3rd of this invention The process into which the semi-conductor layer which forms light emitting device structure on a substrate is grown up, and the process which forms a resonator end face in the semi-conductor layer which forms light emitting device structure, The window layer which consists of a semi-conductor which does not absorb the light by which outgoing radiation is carried out to a configuration element from a resonator end face at a resonator end face at the passivation film or configuration element which consists of an ingredient including Lynn, including Lynn is formed. Under the present circumstances, after carrying out predetermined time installation of the raw material which includes Lynn among the raw materials used for formation of the passivation film or a window layer in the processing interior of a room for the passivation film or window layer formation, It is characterized by having the process which introduces into the processing interior of a room all the raw materials used for formation of the passivation film or a window layer, and performs substantial formation of the passivation film or a window layer.

[0012] In this invention, the semi-conductor layer which forms light emitting device structure consists of the 1st cladding layer of the 1st conductivity type on a substrate, a barrier layer on this, and the 2nd cladding layer of the 2nd conductivity type on this at least. The semi-conductor layer which forms such light emitting device structures is typically grown up by the organic metal chemical-vapor-deposition method or the molecular beam epitaxy method. As an ingredient of the semi-conductor layer which forms such light emitting device structures, although a group III-V semiconductor is used typically, depending on the case, a nitride system group III-V semiconductor may be used. Here, a group III-V semiconductor consists of at least one kind of III group element chosen from the group which consists of Ga, aluminum, In, and B, and at least one kind of V group element chosen from the group which consists of As and P. Moreover, a nitride system group III-V semiconductor consists of at least one kind of III group element chosen from the group which consists of Ga, aluminum, In, and B, and a V group element which contains As or P further depending on the case, including N at least. That is, this invention is applicable also to manufacture of the GaInAs system semi-conductor light emitting device of a long wavelength region, an InP system semi-conductor light emitting device, and further the GaN system semi-conductor light emitting device for which light can be emitted blue as well as manufacture of the AlGaAs system semi-conductor light emitting device used for the light source of an optical disk unit etc., or the AlGaInP semi-conductor light emitting device in which red luminescence is possible.

[0013] this invention -- setting -- as the ingredient of the passivation film -- aluminum $2O_3$, SiO_2 , and $Si_3 N_4$ etc. -- it is used. This passivation film is formed of vacuum deposition, a chemical-vapor-deposition method, or plasma chemistry vapor growth. Moreover, in this invention, a group III-V semiconductor or a nitride system group III-V semiconductor is suitably used as an ingredient of a window layer. This window layer is formed by for example, the organic metal chemical-vapor-deposition method or the molecular beam epitaxy method.

[0014] In invention of the 1st of this invention, the process which heat-treats a resonator end face in an ambient atmosphere including Lynn is suitably performed at temperature lower than the growth temperature of the semi-conductor layer which forms light emitting device structure.

[0015] In invention of the 1st of this invention, you may carry out at the processing room where the process which heat-treats a resonator end face in an ambient atmosphere including Lynn and the process which forms the passivation film or a window layer in a resonator end face are separate, and may carry out at the same processing room. When performing the process which heat-treats a resonator end face in an ambient atmosphere including Lynn, and the process which forms the passivation film or a window layer in a resonator end face at the same processing room, these processes can be performed continuously at for example, the passivation film or the processing room for window layer formation.

[0016] In invention of the 1st of this invention, after heat-treating a resonator end face in an ambient atmosphere including Lynn, before forming the passivation film or a window layer in a resonator end face, Lynn adhering to a resonator end face may be removed. Removal of Lynn adhering to a resonator end face can be carried out by heating a substrate and making Lynn sublime. In this case, as for Lynn adhering to a resonator end face, it is desirable to remove at temperature lower than the growth temperature of the semi-conductor layer which forms light emitting device structure. Moreover, after removing Lynn adhering to a resonator end face, by the time it forms the passivation film or a window layer in a resonator end face The process which heat-treats a resonator end face in an ambient atmosphere including Lynn from a viewpoint which prevents that a resonator end face oxidizes again, The process which removes Lynn which adhered to the resonator end face at least among the process which removes Lynn adhering to a resonator end face, and the process which forms the passivation film or a window layer in a resonator end face, It is desirable to carry out at the same processing room as the process which forms the passivation film or a window layer in a resonator end face. When performing the process which removes Lynn adhering to a resonator end face, and the process which forms the passivation film or a window layer in a resonator end face at the same processing room, these processes can be performed continuously at for example, the passivation film or the processing room for window layer formation.

[0017] The process which carries out plasma treatment of the resonator end face in an ambient

atmosphere including Lynn in invention of the 2nd of this invention is temperature suitably lower than the growth temperature of the semi-conductor layer which forms light emitting device structure, and is *****

[0018] In invention of the 2nd of this invention, you may carry out at the processing room where the process which carries out plasma treatment of the resonator end face in an ambient atmosphere including Lynn and the process which forms the passivation film or a window layer in a resonator end face are separate, and may carry out at the same processing room. When performing the process which carries out plasma treatment of the resonator end face in an ambient atmosphere including Lynn, and the process which forms the passivation film or a window layer in a resonator end face at the same processing room, these processes can be performed continuously at for example, the passivation film or the processing room for window layer formation.

[0019] In invention of the 2nd of this invention, after carrying out plasma treatment of the resonator end face in an ambient atmosphere including Lynn, before forming the passivation film or a window layer in a resonator end face, Lynn adhering to a resonator end face may be removed. Removal of Lynn adhering to a resonator end face can be carried out by heating a substrate and making Lynn sublimate. In this case, as for Lynn adhering to a resonator end face, it is desirable to remove at temperature lower than the growth temperature of the semi-conductor layer which forms light emitting device structure. Moreover, after removing Lynn adhering to a resonator end face, by the time it forms the passivation film or a window layer in a resonator end face The process which carries out plasma treatment of the resonator end face in an ambient atmosphere including Lynn from a viewpoint which prevents that a resonator end face oxidizes again, The process which removes Lynn which adhered to the resonator end face at least among the process which removes Lynn adhering to a resonator end face, and the process which forms the passivation film or a window layer in a resonator end face, It is desirable to carry out at the same processing room as the process which forms the passivation film or a window layer in a resonator end face. When performing the process which removes Lynn adhering to a resonator end face, and the process which forms the passivation film or a window layer in a resonator end face at the same processing room, these processes can be performed continuously at for example, the passivation film or the processing room for window layer formation.

[0020] An ambient atmosphere including Lynn is constituted in invention and invention of the 2nd of the 1st of this invention by the mixed gas containing for example, phosphoretted hydrogen gas, tertiary butyl phosphoretted hydrogen gas, or these. Moreover, in invention of the 3rd of this invention, a raw material including Lynn is for example, phosphoretted hydrogen gas or tertiary butyl phosphoretted hydrogen gas.

[0021] Since according to invention of the 1st of this invention constituted as mentioned above the oxide film formed in the resonator end face by heat-treating a resonator end face in an ambient atmosphere including Lynn is removed after forming a resonator end face in the semi-conductor layer which forms light emitting device structure, the surface level of a resonator end face can be reduced. Moreover, it can prevent that a resonator end face will oxidize again by the time it forms the PASSHIBESHON film or a window layer in a resonator end face, since Lynn adheres to the resonator end face after the oxide film was removed, a resonator end face is deactivated by this by Lynn and it will be in the condition of being hard to oxidize.

[0022] Since according to invention of the 2nd of this invention constituted as mentioned above the oxide film formed in the resonator end face by carrying out plasma treatment of the resonator end face in an ambient atmosphere including Lynn is removed after forming a resonator end face in the semi-conductor layer which forms light emitting device structure, the surface level of a resonator end face can be reduced. Moreover, it can prevent that a resonator end face will oxidize again by the time it forms the PASSHIBESHON film or a window layer in a resonator end face, since Lynn adheres to the resonator end face after the oxide film was removed, a resonator end face is deactivated by this by Lynn and it will be in the condition of being hard to oxidize.

[0023] According to invention of the 3rd of this invention constituted as mentioned above, to a resonator end face In case the window layer which consists of a semi-conductor which does not absorb the light by

which outgoing radiation is carried out to the passivation film or configuration element which consists of an ingredient which includes Lynn in a configuration element from a resonator end face, including Lynn is formed By carrying out predetermined time installation of the raw material which includes Lynn among the raw materials used for formation of the passivation film or a window layer in advance of substantial formation of the passivation film or a window layer in the processing interior of a room for the passivation film or window layer formation Since the oxide film formed in the resonator end face is removed, the surface level of a resonator end face can be reduced. Moreover, it can prevent that the resonator end face after the oxide film was removed oxidizes again by being made to perform removal of the oxide film from a resonator end face, and formation of the passivation film or a window layer at the same processing room continuously.

[0024]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, it explains, referring to a drawing about the operation gestalt of this invention. In addition, in the complete diagram of an operation gestalt, the sign identically same into a corresponding part is attached.

[0025] First, the 1st operation gestalt of this invention is explained. Here, the case where the manufacture approach of the semi-conductor light emitting device by this invention is applied to manufacture of the AlGaAs system semiconductor laser which has aperture structure in a resonator end face is explained. This AlGaAs system semiconductor laser has DH (Double Heterostructure) structure. Drawing 1 - drawing 4 are the sectional views for explaining the manufacture approach of the semiconductor laser by this 1st operation gestalt, and the cross section where drawing 1 is perpendicular to the direction of cavity length of semiconductor laser, drawing 2 - drawing 4 show a cross section parallel to the direction of cavity length of semiconductor laser.

[0026] the manufacture approach of the semiconductor laser by this 1st operation gestalt is first shown in drawing 1 A -- as -- for example, organic metal chemical vapor deposition (MOCVD) -- sequential growth of the n mold $\text{Al}_{x1}\text{Ga}_{1-x1}\text{As}$ cladding layer 2, the $\text{Al}_{x2}\text{Ga}_{1-x2}\text{As}$ barrier layer 3 of undoping, the p mold $\text{Al}_{x1}\text{Ga}_{1-x1}\text{As}$ cladding layer 4, and the p mold GaAs cap layer 5 is carried out on the n mold GaAs substrate 1 by law. Here, aluminum presentation ratio $x1$ in the n mold $\text{Al}_{x1}\text{Ga}_{1-x1}\text{As}$ cladding layer 2 and the p mold $\text{Al}_{x1}\text{Ga}_{1-x1}\text{As}$ cladding layer 4 and aluminum presentation ratio $x2$ in the $\text{Al}_{x2}\text{Ga}_{1-x2}\text{As}$ barrier layer 3 are filling the relation of $0 \leq x2 < x1 \leq 1$. When an example of such $x1$ and $x2$ is given, it is $x1=0.5$ and $x2=0.1$. Moreover, Si or Se is introduced into the n mold $\text{Al}_{x1}\text{Ga}_{1-x1}\text{As}$ cladding layer 2 as an n mold impurity, and Zn or Mg is introduced into the p mold $\text{Al}_{x1}\text{Ga}_{1-x1}\text{As}$ cladding layer 4 and the p mold GaAs cap layer 5 as a p mold impurity.

[0027] Next, as shown in drawing 1 B, it is SiO_2 to the whole surface of the p mold GaAs cap layer 5. After forming the film and the SiN film, patterning of this is carried out by etching, and the mask (not shown) of the shape of a stripe of predetermined width of face is formed. Next, using this mask, it etches by the wet etching method by Mr. Fukashi in the middle of the thickness direction of the p mold $\text{Al}_{x1}\text{Ga}_{1-x1}\text{As}$ cladding layer 4, and patterning of the management of the p mold $\text{Al}_{x1}\text{Ga}_{1-x1}\text{As}$ cladding layer 4 and the p mold GaAs cap layer 5 is carried out to the ridge stripe configuration of the predetermined width of face prolonged in an one direction.

[0028] next, the mask same as shown in drawing 1 C as what was used for above-mentioned etching -- as a growth mask -- using -- for example, MOCVD -- by law, the n mold GaAs current constriction layer 6 is grown up so that the part of the both sides of the ridge stripe section may be embedded. Si or Se is introduced into this n mold GaAs current constriction layer 6 as an n mold impurity. Then, etching removal of the above-mentioned mask is carried out.

[0029] Next, as shown in drawing 2 A, it is SiO_2 to the whole surface of the p mold GaAs cap layer 5 and the n mold GaAs current constriction layer 6 (not shown in drawing 2 A). After forming the film and the SiN film, patterning of this is carried out by etching, and the mask 7 of a predetermined configuration is formed. This mask 7 has opening into the part which forms a resonator end face.

[0030] next, it is shown in drawing 2 B -- as -- a mask 7 -- as an etching mask -- using -- for example, reactive ion etching (RIE) -- by law, the n mold GaAs current constriction layer 6, the p mold GaAs cap layer 5, the p mold $\text{Al}_{x1}\text{Ga}_{1-x1}\text{As}$ cladding layer 4, the $\text{Al}_{x2}\text{Ga}_{1-x2}\text{As}$ barrier layer 3, and the n mold

Al_x1Ga_{1-x}As cladding layer 2 are etched until the front face of the n mold GaAs substrate 1 is exposed. At this time, about 0.5 micrometers of n mold GaAs substrate 1 may be made to be etched, for example. While patterning of the semi-conductor layer which forms laser structure is carried out to the configuration of a predetermined resonator by this, the resonator end face 8 which consists of an etching end face is formed in the both ends of this resonator. As etching gas of this RIE, chlorine-based gas or bromine system gas is used, for example.

[0031] etching at the time of forming these resonator end faces 8 here -- general -- MOCVD -- law and MBE -- since it is carried out on low-vacuum conditions compared with the crystal growth by law, the formed resonator end face 8 oxidizes by the oxygen which remains in an ambient atmosphere. Moreover, the resonator end face 8 oxidizes also by taking out a substrate in atmospheric air after formation of the resonator end face 8. A sign 9 shows the oxide film (natural oxidation film) which did in this way and was formed in the resonator end face 8. The thickness of this oxide film 9 is for example, a number atomic layer - dozens atomic layer extent. In addition, in fact, although this oxide film is formed also in an etching base, in drawing 2 B, only the oxide film 9 formed in the resonator end face 8 is shown.

[0032] Next, the n mold GaAs substrate 1 in the condition of having gone to formation of the resonator end face 8 as mentioned above is carried in to a thermal treatment equipment. And as shown in drawing 3 A, it heat-treats using a mask 7 in an ambient atmosphere including Lynn like the mixed gas which contains for example, phosphoretted hydrogen (PH₃) gas, tertiary butyl phosphoretted hydrogen (TBP) gas, or these for the resonator end face 8. As for this heat treatment, it is desirable to carry out at temperature lower than the growth temperature (for example, temperature around 800 degrees C) of the semi-conductor layer which forms laser structure in order that the impurity introduced into the p mold Al_x1Ga_{1-x}As cladding layer 4 or the n mold Al_x1Ga_{1-x}As cladding layer 2 may prevent to be spread in the Al_x2Ga_{1-x}2As barrier layer 3. If an example of this heat treatment condition is given, using PH₃ gas as process gas, a pressure will be made to 100Torr(s) and substrate temperature will be made into 650 degrees C. The time amount which heat treatment on this condition takes is about 20 - 30 minutes in the case where the oxide film 9 of number atomic layer - dozens atomic layer extent is formed in the resonator end face 8. Thereby, while an oxide film 9 is removed from the resonator end face 8, Lynn adheres to the resonator end face 8 after the oxide film 9 was removed, and it will be in the condition that the resonator end face 8 was deactivated by Lynn. In this case, it is thought that Lynn is sticking to the resonator end face 8 according to the semi-conductor layer which forms laser structure, and weak chemical bonding strength. A sign 10 shows the layer (Lynn adsorption layer) of Lynn which stuck to this resonator end face 8. The thickness of this Lynn adsorption layer 10 is for example, a number atomic layer - dozens atomic layer extent. This Lynn adsorption layer 10 acts as a protective coat which prevents oxidation of the resonator end face 8. In addition, although the oxide film formed in the etching base is also removed and the Lynn adsorption layer is formed also in this etching base of this heat treatment in fact, in drawing 3 A, only the Lynn adsorption layer 10 formed in the resonator end face 8 is shown. Moreover, Al_x Ga_{1-x} As_y P_{1-y} a part of whose resonator end face 8 is the Lynn-ized layer that a part of Lynn which stuck to the resonator end face 8 in this case combines with the semi-conductor layer which forms laser structure strongly, or by being spread inside the resonator end face 8 A layer or GaAs_y P_{1-y} The layer may be placed and replaced.

[0033] Next, an oxide film 9 is removed from the resonator end face 8 as mentioned above, it is in the condition which left the mask 7 as it was, for example, the n mold GaAs substrate 1 in the condition that the Lynn adsorption layer 10 was formed in the resonator end face 8 is carried in to an MOCVD system. And as shown in drawing 3 B, the Lynn adsorption layer 10 is removed by making Lynn which heated the n mold GaAs substrate 1 and adhered to the resonator end face 8 sublimate. Here, as for this process, it is desirable to carry out at temperature lower than the growth temperature (for example, temperature around 800 degrees C) of the semi-conductor layer which forms laser structure in order that the impurity introduced into the p mold Al_x1Ga_{1-x}As cladding layer 4 or the n mold Al_x1Ga_{1-x}As cladding layer 2 may prevent to be spread in the Al_x2Ga_{1-x}2As barrier layer 3. In this case, in case the Lynn adsorption layer 10 is removed, specifically, substrate temperature is made into 400-500 degrees C. In

addition, substrate temperature is $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{AsyP}_{1-y}$ formed in the front face of the resonator end face 8 at this time. A layer and GaAsyP_{1-y} It is temperature required in order to desorb Lynn from a Lynn-ized layer like a layer, and if Lynn which only stuck to the resonator end face 8 is removed, about dozens of times, for example, 50 degrees C, are enough as substrate temperature.

[0034] next -- continuing -- a mask 7 -- a growth mask -- carrying out -- MOCVD -- the $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ film 11 which serves as a window layer all over the resonator end face 8 being included at predetermined growth temperature by law is grown up. What has a larger band gap than the $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ barrier layer 3 is used so that the laser beam by which outgoing radiation is carried out from the resonator end face 8 may not be absorbed as this $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ film 11. That is, when aluminum presentation ratio x_3 in the $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ film 11 fills the relation of $0 \leq x_2 < x_3 \leq 1$ and an example is given between aluminum presentation ratio x_2 in the $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ barrier layer 3, it is $x_3=0.2$. The thickness of this $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ film 11 is 300nm. In addition, in fact, although the $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ film 11 is formed also in an etching base, in drawing 3 B, only the $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ film 11 formed in the resonator end face 8 is shown. Moreover, the removal process of the Lynn adsorption layer 10 performed in advance of growth of this $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ film 11 may be performed as a part of temperature up process at the time of setting substrate temperature as the growth temperature of the $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ film 11.

[0035] Next, while forming a p lateral electrode 12 like a Ti/Pt/Au electrode by the vacuum deposition method and the lift-off method on the p mold GaAs cap layer 5 and the n mold GaAs current constriction layer 6 (not shown in drawing 4) after carrying out etching removal of the mask 7 for example, as shown in drawing 4 , an n lateral electrode 13 like an AuGe/nickel/Au electrode is formed in the rear face of the n mold GaAs substrate 1, for example with a vacuum deposition method.

[0036] Then, while processing the n mold GaAs substrate 1 with which laser structure was formed as mentioned above in the shape of a bar, the AlGaAs system semiconductor laser made into the purpose is completed by chip-izing this bar.

[0037] As mentioned above, since according to this 1st operation gestalt the oxide film 9 formed in the resonator end face 8 by heat-treating the resonator end face 8 in an ambient atmosphere including Lynn is removed after forming the resonator end face 8 in the semi-conductor layer which forms laser structure, the surface level of the resonator end face 8 can be reduced. Moreover, the resonator end face 8 after the oxide film 9 was removed can prevent that the resonator end face 8 will oxidize again by the time it forms a window layer in the resonator end face 8, since it will be in the condition of Lynn being deactivated and being hard to oxidize. Since the good window layer hardly influenced by the surface level by the oxide film can be formed by this, the aperture effectiveness can be pulled out to the maximum extent, therefore improvement in the optical damage level of semiconductor laser, dependability, and an operating characteristic can be aimed at.

[0038] moreover , before growing up the $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ film 11 used as a window layer in this 1st operation gestalt , he make Lynn sublimate within an MOCVD system , and be trying to remove the Lynn adsorption layer 10 from the resonator end face 8 , but since it be the dopant impurity of the group III-V semiconductor who Lynn be V group element and form laser structure and a window layer in this case , there be an advantage of it becoming unnecessary to consider contamination of a system .

[0039] Moreover, in this 1st operation gestalt, since there is an advantage of being hard to oxidize also in atmospheric air, after removing an oxide film 9 from the resonator end face 8, when not forming a window layer immediately, it is suitable [the resonator end face 8 after the oxide film 9 was removed is deactivated by Lynn, and / this 1st operation gestalt].

[0040] Moreover, in this 1st operation gestalt, the consistent process using the multi chamber equipment with which the etching system, the thermal treatment equipment, and the MOCVD system were combined by the vacuum conveyance way may be made to perform from the process which forms a resonator end face in the semi-conductor layer which forms laser structure to the process which forms a window layer in a resonator end face. In this case, while an oxide film is removed from a resonator end face by heat-treating a resonator end face in an ambient atmosphere including Lynn as mentioned above It has the advantage that management becomes easy while it does not need to maintain like before the

advanced vacuum environment which put into practice and eliminated residual oxygen and can reduce a manufacturing cost, since the resonator end face after the oxide film was removed will be in the condition of Lynn being deactivated and being hard to oxidize.

[0041] Next, the 2nd operation gestalt of this invention is explained. The process which heat-treats the resonator end face 8 in an ambient atmosphere including Lynn in the 1st above-mentioned operation gestalt, Although it is made to perform the process which forms the $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ film 11 used as a window layer in the process and the resonator end face 8 which remove Lynn which adhered to the resonator end face 8 by this processing at a separate processing room In this 2nd operation gestalt, a series of above-mentioned processes are performed continuously at the same processing room.

[0042] That is, in the manufacture approach of the semiconductor laser by this 2nd operation gestalt, after going according to the same process as the manufacture approach of the semiconductor laser by the 1st operation gestalt to the process which forms the resonator end face 8 in the semi-conductor layer which forms laser structure, the n mold GaAs substrate 1 of the condition which shows in drawing 2 B is carried in to an MOCVD system. And it is PH_3 in this MOCVD system. Gas is introduced, for example, the resonator end face 8 is heat-treated on the same conditions also in the 1st operation gestalt. While the oxide film 9 formed in the resonator end face 8 is removed by this, the Lynn adsorption film 10 is formed in the resonator end face 8 after the oxide film 9 was removed (refer to drawing 3 A). next, MOCVD after removing similarly the Lynn adsorption layer 10 formed in the resonator end face 8 by heating the n mold GaAs substrate 1 and making Lynn sublimate in the 1st operation gestalt succeeding this -- the $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ film 11 used as a window layer is grown up into the resonator end face 8 by law (refer to drawing 3 B).

[0043] Then, a process is advanced like the manufacture approach of the semiconductor laser by the 1st operation gestalt, and the AlGaAs system semiconductor laser made into the purpose is completed.

[0044] According to this 2nd operation gestalt, can acquire the same advantage as the 1st operation gestalt, and also The process which heat-treats the resonator end face 8 in an ambient atmosphere including Lynn (process which removes an oxide film 9 from the resonator end face 8), By being made to perform the process which forms the $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ film 11 used as a window layer by this heat treatment at the same processing room to the process and the resonator end face 8 which remove Lynn adhering to the resonator end face 8 continuously While reoxidation of the resonator end face 8 after the oxide film 9 was removed is controlled more effectively, there is an advantage that a manufacture process can be simplified compared with the 1st operation gestalt. Moreover, since a series of processes to the process which forms the $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ film 11 which serves as a window layer from the process which heat-treats the resonator end face 8 in an ambient atmosphere including Lynn at the resonator end face 8 can be performed using an MOCVD system, they can suppress the increment in the manufacturing installation used for manufacture of this semiconductor laser.

[0045] Next, the 3rd operation gestalt of this invention is explained. In the above-mentioned 1st and the 2nd operation gestalt, although he is trying to remove an oxide film from a resonator end face by heat-treating a resonator end face in an ambient atmosphere including Lynn, in this 3rd operation gestalt, an oxide film is removed from a resonator end face by carrying out plasma treatment of the resonator end face in an ambient atmosphere including Lynn.

[0046] That is, in the manufacture approach of the semiconductor laser by this 3rd operation gestalt, after going according to the same process as the manufacture approach of the semiconductor laser by the 1st operation gestalt to the process which forms the resonator end face 8 in the semi-conductor layer which forms laser structure, the n mold GaAs substrate 1 of the condition which shows in drawing 2 B is carried in for example, to plasma treatment equipment. And plasma treatment of the resonator end face 8 is carried out in an ambient atmosphere including Lynn using a mask 7. In order that the impurity introduced into the p mold $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ cladding layer 4 or the n mold $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ cladding layer 2 may prevent being spread in the $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ barrier layer 3, as for this plasma treatment, it is desirable to carry out at temperature lower than the growth temperature (for example, temperature around 800 degrees C) of the semi-conductor layer which forms laser structure. If an example of this plasma treatment condition is given, using phosphoretted hydrogen (PH_3) as process gas, a pressure will

be made to 100Torr(s) and substrate temperature will be made into 200 degrees C. Thereby, similarly, if shown in drawing 3 A of the 1st operation gestalt, while an oxide film 9 is removed from the resonator end face 8, the Lynn adsorption layer 10 is formed in the resonator end face 8 after the oxide film 9 was removed, and it will be in the condition that the resonator end face 8 was deactivated by Lynn.

[0047] Next, the n mold GaAs substrate 1 of the condition which shows in drawing 3 A is carried in to an MOCVD system. and -- for example, MOCVD after removing similarly the Lynn adsorption layer 10 formed in the resonator end face 8 by heating the n mold GaAs substrate 1 and making Lynn sublimate in the 1st operation gestalt -- the $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ film 11 which serves as a window layer by law at the resonator end face 8 is grown up (refer to drawing 3 B).

[0048] Then, a process is advanced like the manufacture approach of the semiconductor laser by the 1st operation gestalt, and the AlGaAs system semiconductor laser made into the purpose is completed.

[0049] According to this 3rd operation gestalt, the same advantage as the 1st operation gestalt can be acquired, and also there is an advantage that removal of the oxide film 9 from the resonator end face 8 can be performed at low temperature compared with the 1st operation gestalt, by trying removing an oxide film 9 by carrying out plasma treatment of the resonator end face 8 in an ambient atmosphere including Lynn.

[0050] Next, the 4th operation gestalt of this invention is explained. In this 4th operation gestalt, the window layer which consists of a semi-conductor (a band gap is larger than the $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ barrier layer 3) which does not absorb the light by which outgoing radiation is carried out to a configuration element from a resonator end face at a resonator end face, including Lynn is formed. Drawing 5 is a sectional view for explaining the manufacture approach of the semiconductor laser by this 4th operation gestalt, and shows a cross section parallel to the direction of cavity length of semiconductor laser.

[0051] Namely, it sets to the manufacture approach of the semiconductor laser by this 4th operation gestalt. The same process as the manufacture approach of the semiconductor laser by the 1st operation gestalt is followed. the n mold GaAs substrate 1 of the condition which shows in drawing 2 B after carrying out to the process which forms the resonator end face 8 in the semi-conductor layer which forms laser structure -- for example, an MOCVD system -- carrying in -- a mask 7 -- a growth mask -- carrying out -- MOCVD -- at predetermined growth temperature by law The AlGaInP film 14 is grown up as a window layer all over the resonator end face 8 being included. (Under the present circumstances, the raw material 3 which includes Lynn first among the raw material used for growth of AlGaInP, for example, trimethylaluminum, (TMA), trimethylgallium (TMG), trimethylindium (TMI), and phosphoretted hydrogen (PH₃) as shown in drawing 5 A, i.e., PH, Predetermined time installation is carried out into the reaction chamber of an MOCVD system, and an oxide film 9 is removed from the resonator end face 8.) The time amount which this processing takes is about 20 - 30 minutes in the case where the oxide film 9 of number atomic layer - dozens atomic layer extent is formed in the resonator end face 8. As a raw material including Lynn, it is PH₃. It may change and TBP may be used. In addition, although the Lynn adsorption layer is formed in the resonator end face 8 after the oxide film 9 was removed, in drawing 5 A, the illustration abbreviation of this Lynn adsorption layer is carried out.

[0052] Next, all raw materials, i.e., TMA, TMG, TMI, and PH₃, continuously used for growth of AlGaInP It introduces in a reaction chamber, and as shown in drawing 5 B, substantial growth of the AlGaInP film 14 used as a window layer is performed. The thickness of this AlGaInP film 14 is 300nm. In addition, although the AlGaInP film 14 will be formed on the resonator end face 8 in the condition that the Lynn adsorption layer remains, in this case, since this AlGaInP film 14 contains P in the configuration element, it does not pose especially a problem. Moreover, in this temperature up process, it is usually made to carry out the temperature up of the substrate temperature to the growth temperature (for example, 600 degrees C) of AlGaInP, and to carry out the temperature up of the substrate temperature in about 20 - 30 minutes, in order to grow up the AlGaInP film 14 used as a window layer to 600 degrees C. Therefore, the removal process of the oxide film 9 performed in advance of substantial growth of the AlGaInP film 14 may be performed as a part of this temperature up process.

[0053] Then, a process is advanced like the manufacture approach of the semiconductor laser by the 1st operation gestalt, and the AlGaAs system semiconductor laser made into the purpose is completed.

[0054] By carrying out predetermined time installation of the raw material which includes Lynn among the raw materials used for growth of AlGaInP into a reaction chamber in advance of substantial growth of the AlGaInP film 14 used as a window layer according to this 4th operation gestalt Since an oxide film 9 is removable from the resonator end face 8, can acquire the same advantage as the 1st operation gestalt, and also The same advantage as the 2nd operation gestalt can be acquired by being made to perform removal of the oxide film 9 from the resonator end face 8, and formation of the window layer to the resonator end face 8 in the same processing interior of a room continuously.

[0055] Although the operation gestalt of this invention was explained concretely above, this invention is not limited to an above-mentioned operation gestalt, and various kinds of deformation based on the technical thought of this invention is possible for it. For example, it does not pass over the numeric value mentioned in the operation gestalt, an ingredient, structure, a process, etc. for an example to the last, and they are not limited to this. concrete -- above-mentioned the 1- the semi-conductor layer which constitutes the semi-conductor film and laser structure which constitute a window layer in the 4th operation gestalt -- MOCVD -- although he is trying to make it grow up by law -- these -- molecular beam epitaxy (MBE) -- you may make it make it grow up by law

[0056] moreover, above-mentioned the 1- the mask 7 used as an etching mask at the time of the resonator end face 8 forming in the 4th operation gestalt, although the resonator end face 8 is made to serve a double purpose as a growth mask at the time of forming a window layer in the mask and the resonator end face 8 at heat treatment or the time of carrying out plasma treatment Heat treatment or in case plasma treatment is carried out, and in case a window layer is formed in the resonator end face 8 for the resonator end face 8, you may make it form the mask of dedication each time.

[0057] moreover, above-mentioned the 1- although he is trying to form a window layer in the resonator end face 8 after removing the Lynn adsorption layer 10 formed in the resonator end face 8, you may make it this form a window layer in the resonator end face 8 in the condition that the Lynn adsorption layer 10 remains, in the 3rd operation gestalt

[0058] moreover, above-mentioned the 1- although he is trying to form a window layer in the resonator end face 8, it replaces with a window layer and you may make it form the passivation film in the resonator end face 8 in the 4th operation gestalt Vacuum deposition, a CVD method, or a plasma-CVD method can be used for formation of this passivation film. In addition, when forming the passivation film by the plasma-CVD method The process which removes an oxide film 9 from the resonator end face 8 by carrying out plasma treatment of the resonator end face 8 in an ambient atmosphere including Lynn, The advantage that the process which forms the passivation film can be continuously performed to the process and the resonator end face 8 which remove the Lynn adsorption layer 10 formed in the resonator end face 8 after the oxide film 9 was removed by this plasma treatment at the same processing room can be acquired.

[0059] moreover, above-mentioned the 1- in the 4th operation gestalt, although the case where it applied to the so-called manufacture of the ETCHITO mirror laser which formed the resonator end face 8 by etching the semi-conductor layer which constitutes laser structure for this invention was explained This invention can also be applied to the so-called cleavage laser in which the resonator end face was formed, by carrying out cleavage of the semi-conductor layer which constitutes laser structure with a substrate.

[0060] moreover, above-mentioned the 1- in the 4th operation gestalt, although the case where this invention was applied to manufacture of the AlGaAs system semiconductor laser of DH structure was explained, this invention can also be applied to manufacture of the AlGaAs system semiconductor laser of SCH structure Moreover, this invention can be applied to manufacture of the semi-conductor light emitting device at large which used the group III-V semiconductor as well as manufacture of AlGaAs system light emitting diode, and can specifically be applied to manufacture of a GaN system semi-conductor light emitting device depending on an AlGaInP system semi-conductor light emitting device, a GaInAs system semi-conductor light emitting device, an InP system semi-conductor light emitting device, and the case.

[0061] moreover, above-mentioned the 1- in the 4th operation gestalt, although the removal approach of the oxide film by this invention is applied from a resonator end face to oxide-film removal, the removal

approach of the oxide film by this invention is applicable to other parts of the production process of a semi-conductor light emitting device as membrane formation pretreatment before forming the film on a substrate. The removal approach of the oxide film by this invention specifically For example, pretreatment as shown in drawing 1 C, before growing up a current constriction layer with the 2nd epitaxial growth, As shown in drawing 4, in case a contact electrode is formed, to pretreatment in case the rise of contact resistance is seen with the surface level by the scaling object, and a pan In case crystal growth is performed by the MOCVD method, the MBE method, etc., the crystal growth in low temperature is required, and it is possible to apply also to pretreatment when the ability not to perform oxide-film removal on the front face of a substrate in heat annealing etc. In addition, it cannot be overemphasized that the same membrane formation pretreatment as **** can be applied to manufacture of a semiconductor device at large in addition to manufacture of a semi-conductor light emitting device. [0062]

[Effect of the Invention] Since the oxide film formed in the resonator end face is removed in advance of the passivation film to a resonator end face, or formation of a window layer according to this invention as explained above Since the resonator end face after the oxide film was removed is deactivated by Lynn and will be in the condition of being hard to oxidize, while being able to reduce the surface level of a resonator end face, It can prevent that a resonator end face will oxidize again by the time it forms the PASSHIBESHON film or a window layer in a resonator end face. Since the good passivation film or good window layer hardly influenced by the surface level by the oxide film can be formed by this, the passivation effectiveness or the aperture effectiveness can be pulled out to the maximum extent, therefore improvement in the optical damage level of a semi-conductor light emitting device, dependability, and an operating characteristic can be aimed at.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is a sectional view for explaining the manufacture approach of the semiconductor laser by the 1st operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] It is a sectional view for explaining the manufacture approach of the semiconductor laser by the 1st operation gestalt of this invention.

[Drawing 3] It is a sectional view for explaining the manufacture approach of the semiconductor laser by the 1st operation gestalt of this invention.

[Drawing 4] It is a sectional view for explaining the manufacture approach of the semiconductor laser by the 1st operation gestalt of this invention.

[Drawing 5] It is a sectional view for explaining the manufacture approach of the semiconductor laser by the 4th operation gestalt of this invention.

[Description of Notations]

1 ... An n mold GaAs substrate, 2 ... n mold $\text{Al}_{x1}\text{Ga}_{1-x1}\text{As}$ cladding layer, 3 ... An $\text{Al}_{x2}\text{Ga}_{1-x2}\text{As}$ barrier layer, 4 ... p mold $\text{Al}_{x1}\text{Ga}_{1-x1}\text{As}$ cladding layer, 5 ... A p mold GaAs cap layer, 6 ... n mold GaAs current constriction layer, 7 [... The Lynn adsorption layer, 11 / ... The $\text{Al}_{x3}\text{Ga}_{1-x3}\text{As}$ film, 12 / ... p lateral electrode, 13 / ... n lateral electrode, 14 / ... AlGaInP film] ... A mask, 8 ... A resonator end face, 9 ... An oxide film, 10

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-82863

(P2000-82863A)

(43) 公開日 平成12年3月21日(2000.3.21)

(51) Int.Cl.

H01S 5/30

識別記号

F I

H01S 3/18

テーム(参考)

5F073

審査請求 未請求 請求項の数25 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平10-251577

(22) 出願日 平成10年9月4日(1998.9.4)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 坂口 雄一

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

(74) 代理人 100082762

弁理士 杉浦 正知

Fターム(参考) 5F073 AA84 AA86 CA05 CB20 DA05

DA16 DA25 DA31 DA33 DA35

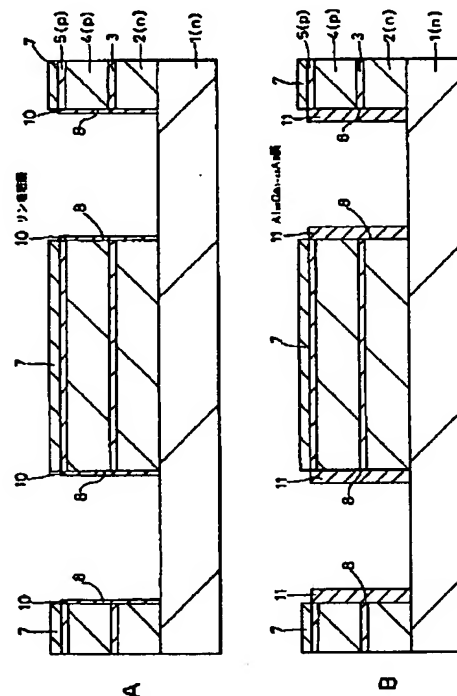
EA28

(54) 【発明の名称】 半導体発光素子の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 共振器端面の表面準位を低減することができ、光学損傷レベル、信頼性および特性の向上を図ることができる半導体発光素子の製造方法を提供する。

【解決手段】 窓構造を有するAlGaAs系半導体レーザの製造方法において、レーザ構造を形成する半導体層に共振器端面8を形成した後、共振器端面8をリンを含む雰囲気中で熱処理して、共振器端面8から酸化膜9を除去すると共に、共振器端面8をリン吸着層10によって非活性化する。MOCVD装置内で共振器端面8からリン吸着層10を除去した後、連続して共振器端面8に窓層となるAl_{1-x}Ga_xAs膜11を形成する。共振器端面8をリンを含む雰囲気中で熱処理する代わりに、共振器端面8をリンを含む雰囲気中でプラズマ処理してもよい。共振器端面8にAlGaInP膜からなる窓層を形成する場合、MOCVD装置内に、AlGaInPの成長に用いられる原料のうちリンを含む原料を所定時間導入した後、AlGaInPの成長に用いられる全ての原料を導入して実質的なAlGaInP膜の成長を行うようにしてもよい。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に発光素子構造を形成する半導体層を成長させる工程と、

上記発光素子構造を形成する半導体層に共振器端面を形成する工程と、

上記共振器端面をリンを含む雰囲気中で熱処理する工程と、

上記共振器端面にパッシベーション膜または上記共振器端面から出射される光を吸収しない半導体からなる窓層を形成する工程とを有することを特徴とする半導体発光素子の製造方法。

【請求項2】 上記発光素子構造を形成する半導体層はⅢⅤ族化合物半導体または窒化物系ⅢⅤ族化合物半導体からなることを特徴とする請求項1記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項3】 上記窓層はⅢⅤ族化合物半導体または窒化物系ⅢⅤ族化合物半導体からなることを特徴とする請求項1記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項4】 上記共振器端面をリンを含む雰囲気中で熱処理する工程を、上記発光素子構造を形成する半導体層の成長温度より低い温度で行うようにしたことを特徴とする請求項1記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項5】 上記共振器端面をリンを含む雰囲気中で熱処理する工程と、上記共振器端面に上記パッシベーション膜または上記窓層を形成する工程とを同一の処理室で行うようにしたことを特徴とする請求項1記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項6】 上記共振器端面をリンを含む雰囲気中で熱処理した後、上記共振器端面に上記パッシベーション膜または上記窓層を形成する前に、さらに、上記共振器端面に付着したリンを除去する工程を有することを特徴とする請求項1記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項7】 上記共振器端面に付着したリンを除去する工程を、上記発光素子構造を形成する半導体層の成長温度より低い温度で行うようにしたことを特徴とする請求項6記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項8】 上記共振器端面に付着したリンを除去する工程と、上記共振器端面に上記パッシベーション膜または上記窓層を形成する工程とを同一の処理室で行うようにしたことを特徴とする請求項6記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項9】 上記共振器端面をリンを含む雰囲気中で熱処理する工程と、上記共振器端面に付着したリンを除去する工程と、上記共振器端面に上記パッシベーション膜または上記窓層を形成する工程とを同一の処理室で行うようにしたことを特徴とする請求項6記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項10】 上記リンを含む雰囲気は、フォスフィンガス、ターシャリーブチルフォスフィンガスまたはこれらを含む混合ガスにより構成されていることを特徴と

する請求項1記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項11】 基板上に発光素子構造を形成する半導体層を成長させる工程と、

上記発光素子構造を形成する半導体層に共振器端面を形成する工程と、

上記共振器端面をリンを含む雰囲気中でプラズマ処理する工程と、

上記共振器端面にパッシベーション膜または上記共振器端面から出射される光を吸収しない半導体からなる窓層を形成する工程とを有することを特徴とする半導体発光素子の製造方法。

【請求項12】 上記発光素子構造を形成する半導体層はⅢⅤ族化合物半導体または窒化物系ⅢⅤ族化合物半導体からなることを特徴とする請求項11記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項13】 上記窓層はⅢⅤ族化合物半導体または窒化物系ⅢⅤ族化合物半導体からなることを特徴とする請求項11記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項14】 上記共振器端面をリンを含む雰囲気中でプラズマ処理する工程を、上記発光素子構造を形成する半導体層の成長温度より低い温度で行うようにしたことを特徴とする請求項11記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項15】 上記共振器端面をリンを含む雰囲気中でプラズマ処理する工程と、上記共振器端面に上記パッシベーション膜または上記窓層を形成する工程とを同一の処理室で行うようにしたことを特徴とする請求項11記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項16】 上記共振器端面をリンを含む雰囲気中でプラズマ処理した後、上記共振器端面に上記パッシベーション膜または上記窓層を形成する前に、さらに、上記共振器端面に付着したリンを除去する工程を有することを特徴とする請求項11記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項17】 上記共振器端面に付着したリンを除去する工程を、上記発光素子構造を形成する半導体層の成長温度より低い温度で行うようにしたことを特徴とする請求項16記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項18】 上記共振器端面に付着したリンを除去する工程と、上記共振器端面に上記パッシベーション膜または上記窓層を形成する工程とを同一の処理室で行うようにしたことを特徴とする請求項16記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項19】 上記共振器端面をリンを含む雰囲気中でプラズマ処理する工程と、上記共振器端面に付着したリンを除去する工程と、上記共振器端面に上記パッシベーション膜または上記窓層を形成する工程とを同一の処理室で行うようにしたことを特徴とする請求項16記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項20】 上記リンを含む雰囲気は、フォスフィンガス、ターシャリーブチルフォスフィンガスまたはこれらを含む混合ガスにより構成されていることを特徴とする請求項1記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項21】 基板上に発光素子構造を形成する半導体層を成長させる工程と、
上記発光素子構造を形成する半導体層に共振器端面を形成する工程と、

上記共振器端面に、構成元素にリンを含む材料からなるパッシベーション膜または構成元素にリンを含みかつ上記共振器端面から出射される光を吸収しない半導体からなる窓層を形成し、この際、上記パッシベーション膜または上記窓層の形成に用いられる原料のうちリンを含む原料を上記パッシベーション膜または上記窓層形成用の処理室内に所定時間導入した後、上記パッシベーション膜または上記窓層の形成に用いられる全ての原料を上記処理室内に導入して上記パッシベーション膜または上記窓層の実質的な形成を行う工程とを有することを特徴とする半導体発光素子の製造方法。

【請求項22】 上記半導体層はIII-V族化合物半導体または窒化物系III-V族化合物半導体からなることを特徴とする請求項21記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項23】 上記窓層は構成元素にリンを含むIII-V族化合物半導体または窒化物系III-V族化合物半導体からなることを特徴とする請求項21記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項24】 上記窓層はAlGaInPからなることを特徴とする請求項21記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項25】 上記リンを含む原料は、フォスフィンガスまたはターシャリーブチルフォスフィンガスであることを特徴とする請求項21記載の半導体発光素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、半導体発光素子の製造方法に関し、特に、共振器端面にパッシベーション膜または窓層を形成するようにした半導体発光素子の製造に適用して好適なものである。

【0002】

【従来の技術】半導体レーザにおいては、素子寿命や信頼性を低下させる要因の一つとして、共振器端面の劣化の問題が知られている。この端面劣化には、共振器端面において酸化が進行する慢性的な劣化と、半導体レーザを高光出力密度で動作させたときに共振器端面が瞬時に破壊される急激な劣化、いわゆる光学損傷(COD, Catastrophic Optical Damage)とがある。

【0003】この対策として、従来より、半導体レーザにおいては、共振器端面にAl₂O₃膜のようなパッシ

ベーション膜が設けられ、共振器端面における酸化の進行を抑える工夫がなされている。また、例えば、高出力型の半導体レーザにおいては、CODレベルを向上させるために、通常、共振器端面に、この共振器端面から出射される光を吸収しない、言い換えれば、活性層よりもバンドギャップの大きい半導体からなる窓層が設けられ、共振器端面における光密度を低減する工夫がなされている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述のように共振器端面にパッシベーション膜や窓層を設けて端面劣化を抑えるようにしても、共振器端面を形成するプロセスからパッシベーション膜または窓層を形成するプロセスまでの間に、共振器端面に酸化膜ができていると、この酸化膜によって共振器端面に表面準位が形成され、パッシベーション膜や窓層を設けることによって期待される効果、例えばCODレベルの向上効果などを十分に得ることはできない。このため、従来技術によって、パッシベーション効果や窓効果を最大限に引き出すためには、例えば、共振器端面の形成からパッシベーション膜または窓層の形成までを、酸素を除去したプロセス条件および環境で一貫して行わなければならない、高価な設備と高度な管理とが必要であり、半導体レーザの製造コストが上昇するという問題があった。

【0005】そこで、そのような高価な設備と高度な管理とを伴う一貫プロセスを用いることなく、低コストで信頼性の高い半導体レーザを製造することができる手法として、硫黄(S)を含む溶液を用いて共振器端面をウェット処理することにより、共振器端面から酸化膜を除去すると共に、S原子またはS分子の表面トラップによって表面酸化を抑制するようにした技術(例えば、特許第2680971号)が提案されている。

【0006】しかしながら、例えばAlGaAs系半導体レーザやAlGaInP系半導体レーザのようなIII-V族化合物半導体を用いた半導体レーザにおいて、硫黄は、レーザ構造を形成する半導体層に取り込まれたときにn型不純物となる物質である。したがって、共振器端面に硫黄が残存した状態で熱処理などが施され、この硫黄がレーザ構造を形成する半導体層内で活性化した場合、共振器端面でのリーク電流の発生原因になる。また、共振器端面に硫黄が残存する状態で窓層などを成長させると、その成長時の熱によって硫黄が昇華し、成長装置内にn型不純物である硫黄が飛散し、系の汚染を引き起こすという問題がある。また、この場合、窓層が昇華した硫黄を取り込みながら成長することによって、所定外のn型半導体層が共振器端面の近傍に形成されてしまい、これによってもリーク電流が発生する。

【0007】さらに、ウェット処理に用いられる硫黄を含む溶液は、それ自体がエッチング効果を有するものである。一方、半導体レーザにおいては、通常、組成の異

なる複数の半導体層を積層させることによってレーザ構造が形成されている。したがって、組成の異なる各半導体層間では、硫黄を含む溶液によるエッチングレートも異なってくるために、この硫黄を含む溶液を用いて共振器端面をウェット処理した場合、共振器端面に段差が形成される。このように共振器端面に段差が形成されると、共振器端面において光の損失が生じるために、やはりレーザ特性が悪化する。

【0008】したがって、この発明の目的は、共振器端面の表面準位を低減することができ、光学損傷レベル、信頼性および特性の向上を図ることができる半導体発光素子の製造方法を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、この発明の第1の発明による半導体発光素子の製造方法は、基板上に発光素子構造を形成する半導体層を成長させる工程と、発光素子構造を形成する半導体層に共振器端面を形成する工程と、共振器端面をリンを含む雰囲気中で熱処理する工程と、共振器端面にパッシベーション膜または共振器端面から出射される光を吸収しない半導体からなる窓層を形成する工程とを有することを特徴とするものである。

【0010】この発明の第2の発明による半導体発光素子の製造方法は、基板上に発光素子構造を形成する半導体層を成長させる工程と、発光素子構造を形成する半導体層に共振器端面を形成する工程と、共振器端面をリンを含む雰囲気中でプラズマ処理する工程と、共振器端面にパッシベーション膜または共振器端面から出射される光を吸収しない半導体からなる窓層を形成する工程とを有することを特徴とするものである。

【0011】この発明の第3の発明による半導体発光素子の製造方法は、基板上に発光素子構造を形成する半導体層を成長させる工程と、発光素子構造を形成する半導体層に共振器端面を形成する工程と、共振器端面に、構成元素にリンを含む材料からなるパッシベーション膜または構成元素にリンを含みかつ共振器端面から出射される光を吸収しない半導体からなる窓層を形成し、この際、パッシベーション膜または窓層の形成に用いられる原料のうちリンを含む原料をパッシベーション膜または窓層形成用の処理室内に所定時間導入した後、パッシベーション膜または窓層の形成に用いられる全ての原料を処理室内に導入してパッシベーション膜または窓層の実質的な形成を行う工程とを有することを特徴とするものである。

【0012】この発明において、発光素子構造を形成する半導体層は、少なくとも、基板上の第1導電型の第1のクラッド層と、この上の活性層と、この上の第2導電型の第2のクラッド層とからなる。これらの発光素子構造を形成する半導体層は、典型的には有機金属化学気相成長法または分子線エビタキシー法により成長させる。

これらの発光素子構造を形成する半導体層の材料としては、典型的にはIII-V族化合物半導体が用いられるが、場合によっては窒化物系III-V族化合物半導体を用いてもよい。ここで、III-V族化合物半導体は、Ga、Al、InおよびBからなる群より選ばれた少なくとも一種のIII族元素と、AsおよびPからなる群より選ばれた少なくとも一種のV族元素とからなる。また、窒化物系III-V族化合物半導体は、Ga、Al、InおよびBからなる群より選ばれた少なくとも一種のIII族元素と、少なくともNを含み、場合によってはさらにAsまたはPを含むV族元素とからなる。すなわち、この発明は、例えば、光ディスク装置の光源などに用いられるAlGaAs系半導体発光素子や赤色発光可能なAlGaInP半導体発光素子の製造は勿論、長波長帯のGaInAs系半導体発光素子やInP系半導体発光素子、さらには、青色発光可能なGaN系半導体発光素子の製造にも適用可能である。

【0013】この発明において、パッシベーション膜の材料としては、例えば Al_2O_3 、 SiO_2 、 Si_3N_4 などが用いられる。このパッシベーション膜は、例えば、蒸着法、化学気相成長法またはプラズマ化学気相成長法により形成される。また、この発明において、窓層の材料としては、好適には例えばIII-V族化合物半導体または窒化物系III-V族化合物半導体が用いられる。この窓層は、例えば、有機金属化学気相成長法または分子線エビタキシー法により形成される。

【0014】この発明の第1の発明において、共振器端面をリンを含む雰囲気中で熱処理する工程は、好適には発光素子構造を形成する半導体層の成長温度より低い温度で行われる。

【0015】この発明の第1の発明において、共振器端面をリンを含む雰囲気中で熱処理する工程と、共振器端面にパッシベーション膜または窓層を形成する工程とは、別々の処理室で行ってもよいし、同一の処理室で行ってもよい。共振器端面をリンを含む雰囲気中で熱処理する工程と、共振器端面にパッシベーション膜または窓層を形成する工程とを同一の処理室で行う場合、これらの工程は、例えば、パッシベーション膜または窓層形成用の処理室で連続して行うことができる。

【0016】この発明の第1の発明においては、共振器端面をリンを含む雰囲気中で熱処理した後、共振器端面にパッシベーション膜または窓層を形成する前に、共振器端面に付着したリンを除去してもよい。共振器端面に付着したリンの除去は、例えば、基板を加熱してリンを昇華させることにより行うことが可能である。この場合、共振器端面に付着したリンは、発光素子構造を形成する半導体層の成長温度より低い温度で除去することが好ましい。また、共振器端面に付着したリンを除去した後、共振器端面にパッシベーション膜または窓層を形成するまでの間に、共振器端面が再度酸化されることを防

止する観点から、共振器端面をリンを含む雰囲気中で熱処理する工程、共振器端面に付着したリンを除去する工程、共振器端面にパッシベーション膜または窓層を形成する工程のうち、少なくとも共振器端面に付着したリンを除去する工程と、共振器端面にパッシベーション膜または窓層を形成する工程とは、同一の処理室で行うことが好ましい。共振器端面に付着したリンを除去する工程と、共振器端面にパッシベーション膜または窓層を形成する工程とを同一の処理室で行う場合、これらの工程は、例えば、パッシベーション膜または窓層形成用の処理室で連続して行うことができる。

【0017】この発明の第2の発明において、共振器端面をリンを含む雰囲気中でプラズマ処理する工程は、好適には発光素子構造を形成する半導体層の成長温度より低い温度で行われる。

【0018】この発明の第2の発明において、共振器端面をリンを含む雰囲気中でプラズマ処理する工程と、共振器端面にパッシベーション膜または窓層を形成する工程とは、別々の処理室で行ってもよいし、同一の処理室で行ってもよい。共振器端面をリンを含む雰囲気中でプラズマ処理する工程と、共振器端面にパッシベーション膜または窓層を形成する工程とを同一の処理室で行う場合、これらの工程は、例えば、パッシベーション膜または窓層形成用の処理室で連続して行うことができる。

【0019】この発明の第2の発明においては、共振器端面をリンを含む雰囲気中でプラズマ処理した後、共振器端面にパッシベーション膜または窓層を形成する前に、共振器端面に付着したリンを除去してもよい。共振器端面に付着したリンの除去は、例えば、基板を加熱してリンを昇華させることにより行うことが可能である。この場合、共振器端面に付着したリンは、発光素子構造を形成する半導体層の成長温度より低い温度で除去することが好ましい。また、共振器端面に付着したリンを除去した後、共振器端面にパッシベーション膜または窓層を形成するまでの間に、共振器端面が再度酸化されることを防止する観点から、共振器端面をリンを含む雰囲気中でプラズマ処理する工程、共振器端面に付着したリンを除去する工程、共振器端面にパッシベーション膜または窓層を形成する工程のうち、少なくとも共振器端面に付着したリンを除去する工程と、共振器端面にパッシベーション膜または窓層を形成する工程とは、同一の処理室で行うことが好ましい。共振器端面に付着したリンを除去する工程と、共振器端面にパッシベーション膜または窓層を形成する工程とを同一の処理室で行う場合、これらの工程は、例えば、パッシベーション膜または窓層形成用の処理室で連続して行うことができる。

【0020】この発明の第1の発明および第2の発明において、リンを含む雰囲気は、例えば、フォスフィンガス、ターシャリーブチルフォスフィンガスまたはこれらを含む混合ガスにより構成される。また、この発明の第

3の発明において、リンを含む原料は、例えば、フォスフィンガスまたはターシャリーブチルフォスフィンガスである。

【0021】上述のように構成されたこの発明の第1の発明によれば、発光素子構造を形成する半導体層に共振器端面を形成した後、共振器端面をリンを含む雰囲気中で熱処理することにより、共振器端面に形成された酸化膜が除去されるので、共振器端面の表面準位を低減することができる。また、酸化膜が除去された後の共振器端面にはリンが付着し、これによって共振器端面がリンによって非活性化され、酸化されにくい状態となるため、共振器端面にパッシベーション膜または窓層を形成するまでの間に、共振器端面が再度酸化されることを防止することができる。

【0022】上述のように構成されたこの発明の第2の発明によれば、発光素子構造を形成する半導体層に共振器端面を形成した後、共振器端面をリンを含む雰囲気中でプラズマ処理することにより、共振器端面に形成された酸化膜が除去されるので、共振器端面の表面準位を低減することができる。また、酸化膜が除去された後の共振器端面にはリンが付着し、これによって共振器端面がリンによって非活性化され、酸化されにくい状態となるため、共振器端面にパッシベーション膜または窓層を形成するまでの間に、共振器端面が再度酸化されることを防止することができる。

【0023】上述のように構成されたこの発明の第3の発明によれば、共振器端面に、構成元素にリンを含む材料からなるパッシベーション膜または構成元素にリンを含みかつ共振器端面から出射される光を吸収しない半導体からなる窓層を形成する際に、パッシベーション膜または窓層の実質的な形成に先立って、パッシベーション膜または窓層の形成に用いられる原料のうちリンを含む原料をパッシベーション膜または窓層形成用の処理室内に所定時間導入することにより、共振器端面に形成された酸化膜が除去されるので、共振器端面の表面準位を低減することができる。また、共振器端面からの酸化膜の除去と、パッシベーション膜または窓層の形成とを同一の処理室で連続して行うようにしていることにより、酸化膜が除去された後の共振器端面が再度酸化されることを防止することができる。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。なお、実施形態の全図において、同一または対応する部分には同一の符号を付す。

【0025】まず、この発明の第1の実施形態について説明する。ここでは、この発明による半導体発光素子の製造方法を、共振器端面に窓構造を有するAlGaAs系半導体レーザの製造に適用した場合について説明する。このAlGaAs系半導体レーザは、DH (Double

Heterostructure) 構造を有する。図1～図4は、この第1の実施形態による半導体レーザの製造方法を説明するための断面図であり、図1は、半導体レーザの共振器長方向と垂直な断面、図2～図4は、半導体レーザの共振器長方向と平行な断面を示す。

【0026】この第1の実施形態による半導体レーザの製造方法においては、まず、図1Aに示すように、例えば、有機金属化学気相成長(MOCVD)法により、n型GaAs基板1上に、n型 $Al_{x1}Ga_{1-x1}As$ クラッド層2、アンドープの $Al_{x2}Ga_{1-x2}As$ 活性層3、p型 $Al_{x1}Ga_{1-x1}As$ クラッド層4およびp型GaAsキャップ層5を順次成長させる。ここで、n型 $Al_{x1}Ga_{1-x1}As$ クラッド層2およびp型 $Al_{x1}Ga_{1-x1}As$ クラッド層4におけるAl組成比 $x1$ と、 $Al_{x2}Ga_{1-x2}As$ 活性層3におけるAl組成比 $x2$ とは、 $0 \leq x2 < x1 \leq 1$ の関係を満たしている。これらの $x1$ および $x2$ の一例を挙げると、 $x1=0.5$ 、 $x2=0.1$ である。また、n型 $Al_{x1}Ga_{1-x1}As$ クラッド層2には、n型不純物として例えばSiまたはSeが導入され、p型 $Al_{x1}Ga_{1-x1}As$ クラッド層4およびp型GaAsキャップ層5には、p型不純物として例えばZnまたはMgが導入される。

【0027】次に、図1Bに示すように、p型GaAsキャップ層5の全面に例えば SiO_2 膜やSiN膜を形成した後、これをエッチングによりパターニングして所定幅のストライプ状のマスク(図示せず)を形成する。次に、このマスクを用いて、ウェットエッチング法によりp型 $Al_{x1}Ga_{1-x1}As$ クラッド層4の厚さ方向の途中の深さまでエッチングし、p型 $Al_{x1}Ga_{1-x1}As$ クラッド層4の上層部、p型GaAsキャップ層5を一方方向に延びる所定幅のリジストライプ形状にパターニングする。

【0028】次に、図1Cに示すように、上述のエッチングに用いたものと同一のマスクを成長マスクとして用いて、例えばMOCVD法により、リジストライプ部の両側の部分を埋め込むようにn型GaAs電流狭窄層6を成長させる。このn型GaAs電流狭窄層6には、n型不純物として例えばSiまたはSeが導入される。この後、上述のマスクをエッチング除去する。

【0029】次に、図2Aに示すように、p型GaAsキャップ層5およびn型GaAs電流狭窄層6(図2Aにおいては図示せず)の全面に、例えば SiO_2 膜やSiN膜を形成した後、これをエッチングによりパターニングして所定形状のマスク7を形成する。このマスク7は、共振器端面を形成する部分に開口を有する。

【0030】次に、図2Bに示すように、マスク7をエッチングマスクとして用いて、例えば反応性イオンエッチング(RIE)法により、n型GaAs電流狭窄層6、p型GaAsキャップ層5、p型 $Al_{x1}Ga_{1-x1}As$ クラッド層4、 $Al_{x2}Ga_{1-x2}As$ 活性層3およびn

型 $Al_{x1}Ga_{1-x1}As$ クラッド層2を、n型GaAs基板1の表面が露出するまでエッチングする。このとき、n型GaAs基板1が例えば0.5 μm 程度エッチングされるようにしてもよい。これにより、レーザ構造を形成する半導体層が所定の共振器の形状にパターニングされると共に、この共振器の両端に、エッチング端面からなる共振器端面8が形成される。このRIEのエッチングガスとしては、例えば塩素系ガスまたは臭素系ガスをを用いる。

【0031】ここで、これらの共振器端面8を形成する際のエッチングは、一般にMOCVD法やMBE法による結晶成長に比べて低真空条件で行われるため、雰囲気中に残存する酸素などによって、形成された共振器端面8が酸化される。また、共振器端面8の形成後、基板が大気中に取り出されることによって、共振器端面8は酸化される。符号9は、このようにして共振器端面8に形成された酸化膜(自然酸化膜)を示す。この酸化膜9の厚さは、例えば数原子層～数十原子層程度である。なお、実際には、この酸化膜はエッチング底面にも形成されるが、図2Bにおいては、共振器端面8に形成された酸化膜9のみを示す。

【0032】次に、上述のように共振器端面8の形成まで行った状態のn型GaAs基板1を、例えば、熱処理装置に搬入する。そして、図3Aに示すように、マスク7を用いて、共振器端面8を、例えばフォスフィン(PH_3)ガス、ターシャリーブチルフォスフィン(TBP)ガスまたはこれらを含む混合ガスのようなリンを含む雰囲気中で熱処理する。この熱処理は、例えば、p型 $Al_{x1}Ga_{1-x1}As$ クラッド層4やn型 $Al_{x1}Ga_{1-x1}As$ クラッド層2に導入された不純物が、 $Al_{x2}Ga_{1-x2}As$ 活性層3に拡散することを防止するために、例えば、レーザ構造を形成する半導体層の成長温度(例えば800℃前後の温度)より低い温度で行うことが好ましい。この熱処理条件の一例を挙げると、プロセスガスとして PH_3 ガスをを用い、圧力を100 Torr、基板温度を650℃とする。この条件での熱処理に要する時間は、例えば、共振器端面8に数原子層～数十原子層程度の酸化膜9が形成されている場合で、約20～30分である。これにより、共振器端面8から酸化膜9が除去されると共に、酸化膜9が除去された後の共振器端面8にリンが付着し、共振器端面8がリンによって非活性化された状態となる。この場合、リンは、レーザ構造を形成する半導体層と弱い化学的な結合力によって共振器端面8に吸着していると考えられる。符号10は、この共振器端面8に吸着したリンの層(リン吸着層)を示す。このリン吸着層10の厚さは例えば数原子層～数十原子層程度である。このリン吸着層10は、共振器端面8の酸化を防止する保護膜として作用する。なお、実際には、この熱処理によって、エッチング底面に形成された酸化膜も除去され、このエッチング底面にもリン吸着層

が形成されるが、図3Aにおいては、共振器端面8に形成されたリン吸着層10のみを示す。また、この場合、共振器端面8に吸着したリンの一部がレーザ構造を形成する半導体層と強く結合することにより、あるいは、共振器端面8の内部に拡散することにより、共振器端面8の一部がリン化層である $Al_xGa_{1-x}As$ 、 P_{1-y} 層または $GaAs$ 、 P_{1-y} 層に置き代わっていてもよい。

【0033】次に、上述のように共振器端面8から酸化膜9が除去され、共振器端面8にリン吸着層10が形成された状態のn型GaAs基板1を、例えばマスク7をそのまま残した状態で、例えばMOCVD装置に搬入する。そして、図3Bに示すように、n型GaAs基板1を加熱して共振器端面8に付着したリンを昇華させることによりリン吸着層10を除去する。ここで、この工程は、例えば、p型 $Al_{x1}Ga_{1-x1}As$ クラッド層4やn型 $Al_{x1}Ga_{1-x1}As$ クラッド層2に導入された不純物が、 $Al_{x2}Ga_{1-x2}As$ 活性層3に拡散することを防止するために、例えば、レーザ構造を形成する半導体層の成長温度（例えば800℃前後の温度）より低い温度で行うことが好ましい。この場合、具体的には、リン吸着層10を除去する際には基板温度を400～500℃とする。なお、このとき基板温度は、共振器端面8の表面に形成された $Al_xGa_{1-x}As$ 、 P_{1-y} 層やGaAs、 P_{1-y} 層のようなリン化層からリンを脱離させるために必要な温度であり、単に共振器端面8に吸着したリンを除去するのであれば、基板温度は数十度、例えば50℃程度で十分である。

【0034】次に、連続して、マスク7を成長マスクとして、MOCVD法により、所定の成長温度で、共振器端面8を含む全面に窓層となる $Al_{x3}Ga_{1-x3}As$ 膜11を成長させる。この $Al_{x3}Ga_{1-x3}As$ 膜11としては、共振器端面8から出射されるレーザ光を吸収しないように、 $Al_{x2}Ga_{1-x2}As$ 活性層3よりバンドギャップが大きいものが用いられる。すなわち、 $Al_{x3}Ga_{1-x3}As$ 膜11におけるAl組成比 $x3$ は、 $Al_{x2}Ga_{1-x2}As$ 活性層3におけるAl組成比 $x2$ との間に、 $0 \leq x2 < x3 \leq 1$ の関係を満たし、一例を挙げると $x3 = 0.2$ である。この $Al_{x3}Ga_{1-x3}As$ 膜11の厚さは、例えば300nmである。なお、実際には、 $Al_{x3}Ga_{1-x3}As$ 膜11はエッチング底面にも形成されるが、図3Bにおいては、共振器端面8に形成された $Al_{x3}Ga_{1-x3}As$ 膜11のみを示す。また、この $Al_{x3}Ga_{1-x3}As$ 膜11の成長に先立って行われるリン吸着層10の除去工程は、基板温度を $Al_{x3}Ga_{1-x3}As$ 膜11の成長温度に設定する際の昇温過程の一部として行ってもよい。

【0035】次に、図4に示すように、マスク7をエッチング除去した後、例えば真空蒸着法およびリフトオフ法により、p型GaAsキャップ層5およびn型GaAs電流狭窄層6（図4においては図示せず）の上に、T

i/Pt/Au電極のようなp側電極12を形成すると共に、例えば真空蒸着法により、n型GaAs基板1の裏面にAuGe/Ni/Au電極のようなn側電極13を形成する。

【0036】その後、上述のようにレーザ構造が形成されたn型GaAs基板1をバー状に加工すると共に、このバーをチップ化することにより、目的とするAlGaAs系半導体レーザを完成させる。

【0037】以上、この第1の実施形態によれば、レーザ構造を形成する半導体層に共振器端面8を形成した後、共振器端面8をリンを含む雰囲気中で熱処理することにより、共振器端面8に形成された酸化膜9が除去されるので、共振器端面8の表面準位を低減することができる。また、酸化膜9が除去された後の共振器端面8は、リンによって非活性化され酸化されにくい状態となるため、共振器端面8に窓層を形成するまでの間に、共振器端面8が再度酸化されることを防止することができる。これにより、酸化膜による表面準位による影響をほとんど受けることの無い良好な窓層を形成することができるので、窓効果を最大限に引き出すことができ、したがって、半導体レーザの光学損傷レベル、信頼性および動作特性の向上を図ることができる。

【0038】また、この第1の実施形態においては、窓層となる $Al_{x3}Ga_{1-x3}As$ 膜11を成長させる前に、MOCVD装置内でリンを昇華させて共振器端面8からリン吸着層10を除去するようにしているが、この場合、リンはV族元素であり、レーザ構造や窓層を形成するIII-V族化合物半導体のドーパント不純物ではないため、系の汚染を考える必要がなくなるという利点がある。

【0039】また、この第1の実施形態においては、酸化膜9が除去された後の共振器端面8がリンによって非活性化され、大気中でも酸化されにくいという利点があるため、この第1の実施形態は、共振器端面8から酸化膜9を除去した後、ただちに窓層を形成しない場合に適している。

【0040】また、この第1の実施形態においては、レーザ構造を形成する半導体層に共振器端面を形成する工程から、共振器端面に窓層を形成する工程までを、エッチング装置、熱処理装置およびMOCVD装置が真空搬送路により結合されたマルチチャンバー装置を用いた一貫プロセスにより行うようにしてもよい。この場合、上述のように、共振器端面をリンを含む雰囲気中で熱処理することによって共振器端面から酸化膜が除去されると共に、酸化膜が除去された後の共振器端面はリンによって非活性化され酸化されにくい状態となるため、従来のように、残留酸素を徹底して排除した高度な真空環境を維持する必要がなく、製造コストを低減することができると共に、管理が容易になるという利点がある。

【0041】次に、この発明の第2の実施形態について

説明する。上述の第1の実施形態においては、共振器端面8をリンを含む雰囲気中で熱処理する工程、この処理によって共振器端面8に付着したリンを除去する工程および共振器端面8に窓層となる $Al_{x3}Ga_{1-x3}As$ 膜11を形成する工程を別々の処理室で行うようにしているが、この第2の実施形態においては、上述の一連の工程を同一の処理室で連続して行う。

【0042】すなわち、この第2の実施形態による半導体レーザの製造方法においては、第1の実施形態による半導体レーザの製造方法と同様な工程に従って、レーザ構造を形成する半導体層に共振器端面8を形成する工程まで行った後、図2Bに示す状態のn型GaAs基板1を、例えばMOCVD装置に搬入する。そして、このMOCVD装置内に例えば PH_3 ガスを導入し、例えば第1の実施形態におけると同様な条件で共振器端面8を熱処理する。これにより、共振器端面8に形成された酸化膜9が除去されると共に、酸化膜9が除去された後の共振器端面8にリン吸着膜10が形成される(図3A参照)。次に、これに連続して、例えば第1の実施形態におけると同様に、n型GaAs基板1を加熱してリンを昇華させることによって共振器端面8に形成されたリン吸着層10を除去した後、MOCVD法により、共振器端面8に窓層となる $Al_{x3}Ga_{1-x3}As$ 膜11を成長させる(図3B参照)。

【0043】この後、第1の実施形態による半導体レーザの製造方法と同様に工程を進めて、目的とするAlGaAs系半導体レーザを完成させる。

【0044】この第2の実施形態によれば、第1の実施形態と同様な利点を得ることができる他、共振器端面8をリンを含む雰囲気中で熱処理する工程(共振器端面8から酸化膜9を除去する工程)、この熱処理によって共振器端面8に付着したリンを除去する工程および共振器端面8に窓層となる $Al_{x3}Ga_{1-x3}As$ 膜11を形成する工程を同一の処理室で連続して行うようにしていることにより、酸化膜9が除去された後の共振器端面8の再酸化がより効果的に抑制されると共に、第1の実施形態に比べて製造プロセスを簡略化することができるという利点がある。また、共振器端面8をリンを含む雰囲気中で熱処理する工程から共振器端面8に窓層となる $Al_{x3}Ga_{1-x3}As$ 膜11を形成する工程までの一連の工程は、MOCVD装置を用いて行うことができるため、この半導体レーザの製造に使用される製造装置の増加を抑えることができる。

【0045】次に、この発明の第3の実施形態について説明する。上述の第1および第2の実施形態においては、共振器端面をリンを含む雰囲気中で熱処理することにより、共振器端面から酸化膜を除去するようにしているが、この第3の実施形態においては、共振器端面をリンを含む雰囲気中でプラズマ処理することにより、共振器端面から酸化膜を除去する。

【0046】すなわち、この第3の実施形態による半導体レーザの製造方法においては、第1の実施形態による半導体レーザの製造方法と同様な工程に従って、レーザ構造を形成する半導体層に共振器端面8を形成する工程まで行った後、図2Bに示す状態のn型GaAs基板1を例えばプラズマ処理装置に搬入する。そして、マスク7を用いて共振器端面8をリンを含む雰囲気中でプラズマ処理する。このプラズマ処理は、p型 $Al_{x1}Ga_{1-x1}As$ クラッド層4やn型 $Al_{x1}Ga_{1-x1}As$ クラッド層2に導入された不純物が、 $Al_{x2}Ga_{1-x2}As$ 活性層3に拡散することを防止するために、レーザ構造を形成する半導体層の成長温度(例えば800℃前後の温度)より低い温度で行うことが好ましい。このプラズマ処理条件の一例を挙げると、プロセスガスとしてフォスフィン(PH_3)を用い、圧力を100 Torr、基板温度を200℃とする。これにより、第1の実施形態の図3Aに示すと同様に、共振器端面8から酸化膜9が除去されると共に、酸化膜9が除去された後の共振器端面8にリン吸着層10が形成され、共振器端面8がリンによって非活性化された状態となる。

【0047】次に、図3Aに示す状態のn型GaAs基板1を、例えばMOCVD装置に搬入する。そして、例えば第1の実施形態におけると同様に、n型GaAs基板1を加熱してリンを昇華させることによって共振器端面8に形成されたリン吸着層10を除去した後、MOCVD法により共振器端面8に窓層となる $Al_{x3}Ga_{1-x3}As$ 膜11を成長させる(図3B参照)。

【0048】この後、第1の実施形態による半導体レーザの製造方法と同様に工程を進めて、目的とするAlGaAs系半導体レーザを完成させる。

【0049】この第3の実施形態によれば、第1の実施形態と同様な利点を得ることができる他、共振器端面8をリンを含む雰囲気中でプラズマ処理することにより酸化膜9を除去するようにしていることにより、共振器端面8からの酸化膜9の除去を、第1の実施形態に比べて低い温度で行うことができるという利点がある。

【0050】次に、この発明の第4の実施形態について説明する。この第4の実施形態においては、共振器端面に、構成元素にリンを含みかつ共振器端面から出射される光を吸収しない($Al_{x2}Ga_{1-x2}As$ 活性層3よりバンドギャップの大きい)半導体からなる窓層を形成する。図5は、この第4の実施形態による半導体レーザの製造方法を説明するための断面図であり、半導体レーザの共振器長方向と平行な断面を示す。

【0051】すなわち、この第4の実施形態による半導体レーザの製造方法においては、第1の実施形態による半導体レーザの製造方法と同様な工程に従って、レーザ構造を形成する半導体層に共振器端面8を形成する工程まで行った後、図2Bに示す状態のn型GaAs基板1を例えばMOCVD装置に搬入し、マスク7を成長マス

クとして、MOCVD法により所定の成長温度で、共振器端面8を含む全面に窓層としてAlGaInP膜14を成長させる。この際、まず、図5Aに示すように、AlGaInPの成長に用いられる原料、例えばトリメチルアルミニウム(TMA)、トリメチルガリウム(TMg)、トリメチルインジウム(TMI)およびフォスフィン(PH₃)のうち、リンを含む原料、すなわちPH₃をMOCVD装置の反応室内に所定時間導入し、共振器端面8から酸化膜9を除去する。この処理に要する時間は、共振器端面8に数原子層〜数十原子層程度の酸化膜9が形成されている場合で約20〜30分である。リンを含む原料としては、PH₃にかえてTBPを用いてもよい。なお、酸化膜9が除去された後の共振器端面8にはリン吸着層が形成されるが、図5Aにおいては、このリン吸着層が図示省略されている。

【0052】次に、連続して、AlGaInPの成長に用いられる全ての原料、すなわちTMA、TMg、TMIおよびPH₃を反応室内に導入し、図5Bに示すように、窓層となるAlGaInP膜14の実質的な成長を行う。このAlGaInP膜14の厚さは、例えば300nmである。なお、この場合、AlGaInP膜14は、リン吸着層が残存する状態で共振器端面8上に形成されることになるが、このAlGaInP膜14は構成元素にPを含んでいるため、特に問題とはならない。また、窓層となるAlGaInP膜14を成長させるためには、基板温度をAlGaInPの成長温度(例えば600℃)まで昇温させる必要があり、通常、この昇温過程においては、基板温度を20〜30分程度で600℃まで昇温させるようにしている。したがって、AlGaInP膜14の実質的な成長に先立って行われる酸化膜9の除去工程は、この昇温過程の一部として行ってもよい。

【0053】この後、第1の実施形態による半導体レーザの製造方法と同様に工程を進めて、目的とするAlGaAs系半導体レーザを完成させる。

【0054】この第4の実施形態によれば、窓層となるAlGaInP膜14の実質的な成長に先立って、AlGaInPの成長に用いられる原料のうちリンを含む原料を反応室内に所定時間導入することにより、共振器端面8から酸化膜9を除去することができるので、第1の実施形態と同様な利点を得ることができる他、共振器端面8からの酸化膜9の除去および共振器端面8への窓層の形成を、同一の処理室内で連続して行うようにすることにより、第2の実施形態と同様な利点を得ることができる。

【0055】以上この発明の実施形態について具体的に説明したが、この発明は、上述の実施形態に限定されるものではなく、この発明の技術的思想に基づく各種の変形が可能である。例えば、実施形態において挙げた数値、材料、構造、プロセスなどはあくまで例にすぎず、

これに限定されるものではない。具体的には、上述の第1〜第4の実施形態においては、窓層を構成する半導体膜およびレーザ構造を構成する半導体層をMOCVD法により成長させるようにしているが、これらは、分子線エビタキシー(MBE)法により成長させるようにしてもよい。

【0056】また、上述の第1〜第4の実施形態においては、共振器端面8の形成する際のエッチングマスクとして用いたマスク7を、共振器端面8を熱処理またはプラズマ処理する際のマスクおよび共振器端面8に窓層を形成する際の成長マスクとして兼用しているが、共振器端面8を熱処理またはプラズマ処理する際および共振器端面8に窓層を形成する際に、その都度、専用のマスクを形成するようにしてもよい。

【0057】また、上述の第1〜第3の実施形態においては、共振器端面8に形成されたリン吸着層10を除去した後、共振器端面8に窓層を形成するようにしているが、これは、共振器端面8にリン吸着層10が残存する状態で窓層を形成するようにしてもよい。

【0058】また、上述の第1〜第4の実施形態においては、共振器端面8に窓層を形成するようにしているが、共振器端面8には、窓層に代えてパッシベーション膜を形成するようにしてもよい。このパッシベーション膜の形成には、例えば、蒸着法、CVD法またはプラズマCVD法などを用いることができる。なお、パッシベーション膜をプラズマCVD法により形成する場合は、共振器端面8をリンを含む雰囲気中でプラズマ処理することによって共振器端面8から酸化膜9を除去する工程と、このプラズマ処理によって酸化膜9が除去された後の共振器端面8に形成されたリン吸着層10を除去する工程および共振器端面8にパッシベーション膜を形成する工程とを、同一の処理室で連続して行うことができるという利点を得ることができる。

【0059】また、上述の第1〜第4の実施形態においては、この発明を、レーザ構造を構成する半導体層をエッチングすることにより共振器端面8を形成するようにした、いわゆるエッチト・ミラー・レーザの製造に適用した場合について説明したが、この発明は、レーザ構造を構成する半導体層を基板と共に劈開することにより共振器端面を形成するようにした、いわゆる劈開レーザに適用することも可能である。

【0060】また、上述の第1〜第4の実施形態においては、この発明をDH構造のAlGaAs系半導体レーザの製造に適用した場合について説明したが、この発明は、SCH構造のAlGaAs系半導体レーザの製造に適用することも可能である。また、この発明は、AlGaAs系発光ダイオードの製造は勿論、III-V族化合物半導体を用いた半導体発光素子全般の製造に適用することが可能であり、具体的には、AlGaInP系半導体発光素子、GaInAs系半導体発光素子、InP

系半導体発光素子、場合によっては、Ga_{0.9}N系半導体発光素子の製造に適用することが可能である。

【0061】また、上述の第1～第4の実施形態においては、この発明による酸化膜の除去方法を、共振器端面からの酸化膜除去に適用しているが、この発明による酸化膜の除去方法は、基板上に膜を形成する前の成膜前処理として、半導体発光素子の製造工程の他の箇所にも適用可能である。具体的には、この発明による酸化膜の除去方法は、例えば、図1Cに示すように2回目のエピタキシャル成長によって電流狭窄層を成長させる前の前処理や、図4に示すようにコンタクト電極を形成する際に、表面酸化物による表面準位によりコンタクト抵抗の上昇が見られる場合の前処理、さらには、MOCVD法やMBE法などで結晶成長を行う際に、低温での結晶成長が必要で、熱アニーリングなどで基板表面の酸化膜除去ができない場合の前処理にも適用することが可能である。なお、上述と同様な成膜前処理は、半導体発光素子の製造以外に、半導体装置全般の製造に適用可能であることは言うまでもない。

【0062】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、共振器端面へのパッシベーション膜または窓層の形成に先立って、共振器端面に形成された酸化膜が除去されるので、共振器端面の表面準位を低減することができると共に、酸化膜が除去された後の共振器端面がリンによって非活性化され、酸化されにくい状態となるため、共振器端面にパッシベーション膜または窓層を形成す

るまでの間に、共振器端面が再度酸化されることを防止することができる。これにより、酸化膜による表面準位による影響をほとんど受けることの無い良好なパッシベーション膜または窓層を形成することができるので、パッシベーション効果または窓効果を最大限に引き出すことができ、したがって、半導体発光素子の光学損傷レベル、信頼性および動作特性の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1の実施形態による半導体レーザの製造方法を説明するための断面図である。

【図2】この発明の第1の実施形態による半導体レーザの製造方法を説明するための断面図である。

【図3】この発明の第1の実施形態による半導体レーザの製造方法を説明するための断面図である。

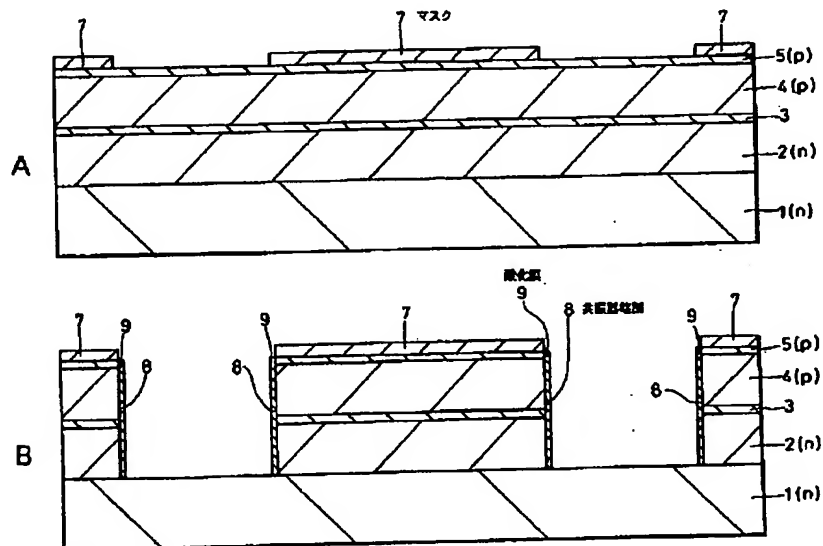
【図4】この発明の第1の実施形態による半導体レーザの製造方法を説明するための断面図である。

【図5】この発明の第4の実施形態による半導体レーザの製造方法を説明するための断面図である。

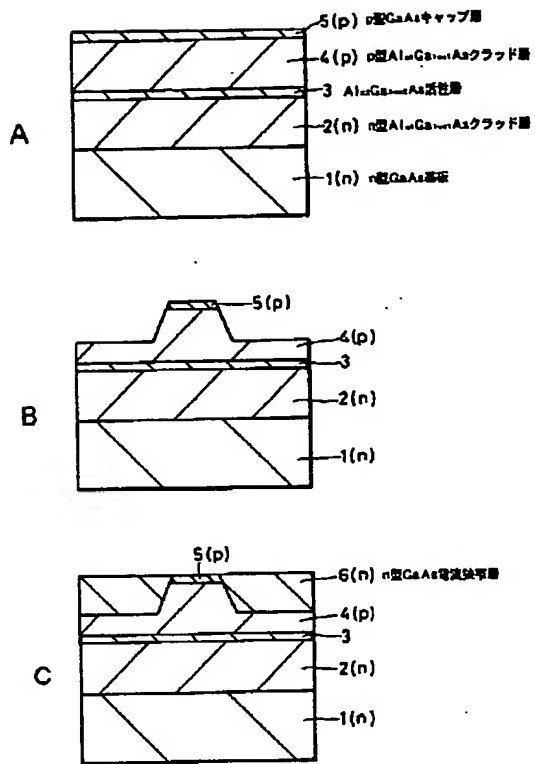
【符号の説明】

1・・・n型GaAs基板、2・・・n型Al_{x1}Ga_{1-x1}Asクラッド層、3・・・Al_{x2}Ga_{1-x2}As活性層、4・・・p型Al_{x1}Ga_{1-x1}Asクラッド層、5・・・p型GaAsキャップ層、6・・・n型GaAs電流狭窄層、7・・・マスク、8・・・共振器端面、9・・・酸化膜、10・・・リン吸着層、11・・・Al_{x3}Ga_{1-x3}As膜、12・・・p側電極、13・・・n側電極、14・・・AlGaInP膜

【図2】



【図1】



【図3】

